



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10112075 A**(43) Date of publication of application: **28.04.98**

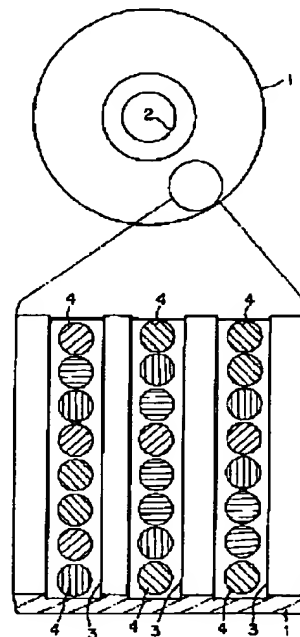
(51) Int. Cl. **G11B 7/24**  
**G11B 7/24**  
**G11B 7/26**  
**G11B 11/10**  
**G11B 11/10**

(21) Application number: **08266159**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **07.10.96**(72) Inventor: **SUGANUMA HIROSHI****(54) INFORMATION RECORDING MEDIUM AND MANUFACTURE OF MASTER DISK****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an information recording medium in which the information recording of a super high density is produced by an injection molding means and which is suitable for a mass production as a reproduction exclusive optical disk by forming fine structure every unit area along a groove.

**SOLUTION:** A groove 3 is formed in a helical shape forming a concentric circular shape on the main surface part of a disk substrate 1 and pit parts 4 being unit areas are formed in a fixed length along the groove 3 to form fine structures having dependence of polarization. The fine structure is formed by reggedness structures in which a length shorter than the wavelength of a luminous flux to be used for reading information is made a pit and has functions of an antireflection film, a polarizer, a wavelength plate and a reflectivity distribution type lens and can record multi-valued information by the direction of grating.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-112075

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/24

7/26

11/10

識別記号

5 6 1

5 2 2

5 0 1

5 0 6

F I

G 1 1 B 7/24

7/26

11/10

5 6 1 Z

5 2 2 L

5 0 1

5 0 6 H

5 0 6 J

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平8-266159

(22) 出願日

平成8年(1996)10月7日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 菅沼 洋

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

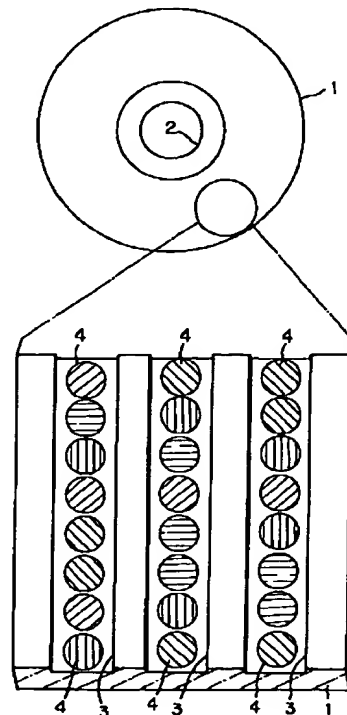
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体及び原盤製造方法

(57) 【要約】

【課題】 新たな原理に基づいた超高密度の情報記録が可能で、原盤（レプリカ）を製造してこの原盤を用いた射出成型手段により作製でき、再生専用の光ディスクとして量産することに適した情報記録媒体を提供する。

【解決手段】 基板1上に形成されたグルーブ3に沿う単位領域4毎に、偏光依存性を有する微細構造（波長オーダーの凹凸格子構造）を形成する。微細構造は、反射防止膜、偏光子、波長板、屈折率分布型レンズなどの機能を有し、格子の方向によって、多値の情報を記録することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体上に形成され、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造により、多値の情報を記録することとなされた情報記録媒体。

【請求項2】 微細構造は、基体上に形成されたグループに沿って配列された単位領域毎に形成されていることとした請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項3】 微細構造は、情報の読み出しに用いる光束の波長よりも短い長さをピッチとする凹凸構造により形成されている請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項4】 基体上に磁気材料層を有し、微細構造は、情報の読み出しに用いる光束の波長よりも短い長さをピッチとする上記磁気記録層における磁化領域の構造により形成されている請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項5】 微細構造は、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の波長に依存性を有し、複数の波長の光束を用いて信号の読み出しを行うこととなされた請求項1記載の情報記録媒体。

【請求項6】 光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造を有する情報記録媒体を作製するための原盤を製造する原盤製造方法であって、2以上のコヒーレント光束を感光材料層上に照射し、これらコヒーレント光束を互いに干渉させて該感光材料層上に干渉縞を形成して、この干渉縞による露光に基づいて上記微細構造を形成する部分を作製することとした原盤製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多値の情報の記録が可能となされた情報記録媒体に関する技術分野に属する。また、本発明は、上記情報記録媒体を作製するための原盤を製造する原盤製造方法に関する技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、情報記録媒体として、いわゆるビットディスク、光磁気ディスク、相変化型光ディスクの如く、種々の方式の光ディスクが提案されている。

【0003】 上記ビットディスクは、射出成型手段により、記録された情報に応じた微細な凹凸（ビット）を有するディスク基板を作製し、このディスク基板上にアルミニウム膜の如き金属反射膜を被着形成して作製されたものである。このビットディスクは、上記ビットにレーザ光束を照射したときに生ずる散乱に起因する該ビットの有無に依る反射率の違いより、情報の読み出しが行われるものである。すなわち、このビットディスクにおいては、上記ビットの有無が“0”と“1”とのデジタル

信号を表す。

【0004】 また、上記光磁気ディスクは、ディスク基板上に磁性材料層が被着形成されて構成されている。この光磁気ディスクにおいては、上記磁性材料の磁化方向に応じて該磁性材料層に照射された光束において生ずるカー効果による偏光方向の回転を検出することにより、情報の読み出しが行われるものである。すなわち、この光磁気ディスクにおいては、上記磁性材料層における磁化方向（上向き、または、下向き）が“0”と“1”とのデジタル信号を表す。

【0005】 そして、上記相変化型光ディスクは、ディスク基板上に形成された信号記録層における結晶とアモルフォスとの複素屈折率の違いに起因する反射率の違いの有無を検出して、情報の読み出しが行われるものである。すなわち、この相変化型光ディスクにおいては、結晶状態であるかアモルフォス状態であるかが“0”と“1”とのデジタル信号を表す。

【0006】 このような光ディスクは、動画情報、音声情報、コンピュータ用データの如き種々の情報を記録する記録媒体として用いられている。そして、このような光ディスクにおいては、記録情報の高密度化、大容量化とともに、量産性及び低コスト性が要求されている。

【0007】 従来の光ディスクにおける情報記録密度は、情報の書き込み及び読み出しに用いる光束（レーザ光束）の波長と、この光束を該光ディスクの信号記録面上に集光させる対物レンズの開口数（NA）とによって規定されている。したがって、上記光束の短波長化及び上記対物レンズの高NA化によって、上記光ディスクにおける記録情報の高密度化を図ることができる。

【0008】 しかし、上記光束の短波長化及び上記対物レンズの高NA化のどちらも、現在の技術水準における限界が見え始めている。そこで、新たな原理に基づいた超高密度の情報記録方式が模索されている。例えば、ホログラフィを用いた多重記録（J. F. Heanue, M. C. Bashaw, L. Hesselink, "Volume Holographic Storage and Retrieval of Digital Data," Science, Vol. 265, pp749-752, 5 August 1994）、多層構造を用いた3次元記録（例えば、K. Rubin, H. Rosen, T. Strand, W. Imaino, W. Tang, "Multi-Layer Volumetric Storage", Optical Data Storage 1994 Technical Digest series vol 10. p. 104, May 1994, J. H. Strickler and W. W. Webb, "Three dimensional optical data storage in refractive two-photon point excitation", Optica Letter, 16, 22, pp. 1780-1783 (1991) など）、近接場光学を用いた表面記録（E. Betzig et al Appl. Phys. Lett. 61 (1992) 142）等が提案されている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のような、ホログラフィを用いた多重記録や、多層構造を用いた3次元記録や、近接場光学を用いた表面記録は、いずれも、いわゆる記録型の光ディスク（ユーザが情報の記

録を行う光ディスク)のための記録方式である。したがって、これらの記録方式を採用した光ディスクは、情報の記録を行うにあたって、1枚毎に個別の情報の記録操作が必要であり、再生専用の光ディスクとして量産することに適していない。すなわち、これらの記録方式を採用した光ディスクにおいては、上述のピットディスクの作製において採用されているような、レプリカ(原盤)を製造してこのレプリカを用いた射出成型手段により作製するという手段を採れないのである。

【0010】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、新たな原理に基づいた超高密度の情報記録が可能であり、かつ、原盤(レプリカ)を製造してこの原盤を用いた射出成型手段により作製するという手段が採用できて再生専用の光ディスクとして量産することに適した情報記録媒体の提供という課題を解決しようとするものである。

【0011】また、本発明は、上記本発明に係る情報記録媒体を射出成型手段により作製するにあたって使用される原盤を製造する原盤製造方法の提供という課題を解決しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明に係る情報記録媒体は、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態について偏光方向依存性を有する微細構造を有して構成されている。

【0013】本発明に係る情報記録媒体における微細構造としては、例えば、波長オーダーの周期を持つ超微細回折格子が挙げられる。このような超微細回折格子が構造複屈折を有することは、古くから知られており(例えば、M. ボルン、E. ウォルフ著、「光学の原理II」、p. 1030~1033に記載されている)、また、このような構造は蛾の目などに見いだされていた。

【0014】そして、このような超微細構造を用いれば、反射防止膜(例えば、Daniel H. Raguin et al. "Antireflection structured surfaces for the infrared spectral region," Appl. Opt. 32, 1154-1167(1993))、偏光子(例えば、M. G. Moharam and T. K. Gaylord, "Rigorous couple-wave analysis of metallic surface-relief gratings," J. Opt. Soc. Am, 3, 1780-1787(1986))、波長板(例えば、Lucila H. Cescato et al. "Holographic quarter wave plates," Appl. Opt. 29, 3286-3290(1990))、屈折率分布型レンズ(例えば、Michael W. Farn, "Binary gratings with increased efficiency," Appl. Opt, 31, 4453-4458(1992))などの機能を実現できることが、近年の研究によって明かにされている。

【0015】なお、このような微細構造は、すでに、赤外光に対して使える偏光子としては実用化されている

(例えば、島津製作所社製のもの)。この背景には、近年、微細加工技術(UVレーザや電子線露光法などを用いたマイクロソングラフィ、ホログラフィ露光法、ダイヤモンドターニングを用いたルーリング、ガラスやプラスチックを用いたモールディングや紫外線硬化による複製製技術など)の進歩によって、サブミクロンの構造まで実際に試作できるようになったことがある。また、最近のコンピュータの計算能力の向上は、複雑な回折効率の計算を短時間でを行うことを可能にしたことがある。

10 【0016】これらの波長オーダーの周期を持つ回折格子の回折効率は、通常のスカラー理論では予測できない。ここで、「波長オーダー」とは、波長の数倍程度以下(例えば、5倍程度以下)のスカラー回折理論が適用できない領域のことを指す。一般に、格子が波長の数倍以上の周期を持つ場合は、図28に示すように、この格子の溝方向(格子ベクトルKに垂直な方向)と入射光の偏光方向(電界ベクトルE方向)が平行の場合(TE(Trans Electric)偏光)は、格子の溝方向と入射光の偏光方向が垂直の場合(TM(Trans Magnetic)偏光)に比べて、  
20 数%程度高い回折効率を示す。しかし、格子が波長の数倍以上の周期を持つ場合に回折効率を求めるには、格子の形状と屈折率の分布を境界条件としてマックスウェル方程式を直接解かなければならない。これは多大な計算量を必要とするが、近年のコンピュータの性能の向上によって、比較的手軽にこのような計算も行えるようになっている。

【0017】回折格子の回折効率は、使用する波長、回折格子の周期、回折格子の形状、回折格子の深さ、回折格子の基板屈折率、回折格子への入射角に加えて、偏光状態に依存する。特に、前記のような微細構造を有する場合は、偏光状態に対して顕著な依存性を示す。

30 【0018】例えば、前述の微細構造を用いた偏光子に関する文献(M. G. Moharam and T. K. Gaylord, "Rigorous couple-wave analysis of metallic surface-relief gratings," (J. Opt. Soc. Am, 3, 1780-1787(1986)))によれば、表面に金を蒸着した1.0  $\mu\text{m}$ 周期の矩形状の回折格子は、ブラッグ角の入射光に対してTE波の回折効率、TM波の回折効率は、偏光によって深さに対する変化のし方が異なる。特に、波長の3割程度の深さに対しては、TM波は大きなロスを示す。

40 【0019】また、1996年のオブティカル・レターズ(21巻10号)、ロン・チャン・ヤンらによる「偏光ビームスプリッタ」(Rong-Chung Tyan et al. "polarizing beam splitter based on the anisotropic spectral reflectivity characteristic of form-birefringent multilayer gratings," Opt. Lett. 21, 761-763(1996))によれば、SiとSiO<sub>2</sub>をそれぞれ0.12  $\mu\text{m}$ 、0.22  $\mu\text{m}$ ずつ7層積み重ねた0.5  $\mu\text{m}$ ピッチの回折効率は、理論上、波長1.3  $\mu\text{m}$ において垂直入射のTE波を100%反射し、垂直入射のTM波を100%  
50

透過する。したがって、これらの構造を利用して、反射防止膜、偏光子（偏光板）、位相子（2分の1波長板、4分の1波長板）を作ることができる。

【0020】そこで、本発明に係る情報記録媒体は、基体上に形成され光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造により、多値の情報を記録することとしたものである。

【0021】また、本発明は、上記情報記録媒体において、上記微細構造は、上記基体上に形成されたグループに沿って配列された単位領域毎に形成されていることとしたものである。

【0022】さらに、本発明は、上記情報記録媒体において、上記微細構造は、情報の読み出しに用いる光束の波長よりも短い長さをピッチとする凹凸構造により形成されていることとしたものである。

【0023】また、本発明は、上記情報記録媒体において、上記基体上に磁気材料層を有し、上記微細構造は、情報の読み出しに用いる光束の波長よりも短い長さをピッチとする該磁気記録層における磁化領域の構造により形成されていることとしたものである。

【0024】また、本発明は、上記情報記録媒体において、上記微細構造は、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の波長に依存性を有し、複数の波長の光束を用いて信号の読み出しを行うこととなされたものである。

【0025】そして、本発明に係る原盤製造方法は、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造を有する情報記録媒体を作製するための原盤を製造する原盤製造方法であって、2以上のコヒーレント光束を感光材料層上に照射し、これらコヒーレント光束を互いに干渉させて該感光材料層上に干渉縞を形成して、この干渉縞による露光に基づいて上記微細構造を形成する部分を作製することとしたものである。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0027】〔1〕光ディスクの構成（図1乃至図4）この実施の形態は、本発明に係る情報記録媒体を、図1に示すように、ディスク基板1を有して構成された光ディスク（ディスク状記録媒体）として構成したものである。このディスク基板1の主面部上には、略々同心円状をなす螺旋状にグループ3が形成されている。そして、このグループ3に沿って、単位領域であるビット部4が配列されている。これらビット部4は、上記グループ3に沿う方向の長さが、それぞれ一定の長さとなされて形成されている。

【0028】そして、上記各ビット部4には、この情報記録媒体より情報信号を読み出すときに使用される光束

の波長と同程度以下の周期を持つ超微細回折格子の如き微細構造が形成されている。波長と同程度以下の周期を持つ超微細回折格子は、反射防止膜、偏光子（偏光板）、位相子（二分の一波長板、四分の一波長板）の機能を有するものとして形成することができる。そして、この光ディスクのビット部4は、これらの機能を有する波長オーダの超微細構造を有しており、このビット部4に入射された光束の反射光の回折効率や偏光状態を変化させる。また、上記ビット部4の上記反射光に対する作用は、波長に対する依存性をもつものとすることもできる。

【0029】上記ビット部4がいかなる機能、特性を有するものとするかは、このビット部4の構造によって自由に設計できる。すなわち、上記ビット部4の構造が回折格子である場合には、この回折格子の周期や深さを変えることで、これらの機能、特性を設計できる。したがって、このビット部の構造に対してある値（0、1、2、3、・・・）を対応させれば、多値の情報記録が可能である。

【0030】上記ビット部4としては、図2に示すように、反射効率もしくは透過効率が偏光依存性を持つ構造としたもの（偏光子型ビット）が考えられる。この構造を有するビット部4は、入射光のある偏光状態に対して、高い反射率、もしくは低い反射率を示すので、これを用いて情報が記録できる。

【0031】例えば、基本の格子方向に対するTE（Trans Electric）偏光とTM（TransMagnetic）偏光とを照射すれば、格子ベクトルKの方向に応じて各偏光成分についての回折効率が変わるので、反射光を各偏光成分へ分解すれば、この回折効率の比から、同じ超微細構造でも、その格子方向を検出することができる。すなわち、この格子方向として複数の方向を規定し、複数の値を各方向に対応させれば、多値の情報記録が可能になる。

【0032】また、上記ビット部4としては、図3に示すように、位相子の機能を有する構造としたもの（位相子型ビット）が考えられる。この構造を有するビット部4は、入射光の偏光方向（電場ベクトルE）と格子方向（格子ベクトルK）との角度に応じて入射光を旋光させるので、この旋光角を用いて情報が記録できる。

【0033】例えば、基本の格子方向に対するTM（Trans Magnetic）偏光（または、TE（Trans Electric）偏光）を照射すれば、格子ベクトルKの方向に応じて反射光の偏光方向が変わるので、反射光を偏光成分へ分解して入射光に対して反射光の偏光方向がどれだけ変化したか（旋光角）を検出すれば、その格子方向を検出することができる。すなわち、この格子方向として複数の方向を規定し、複数の値を各方向に対応させれば、多値の情報記録が可能になる。

【0034】さらに、上記ビット部4としては、図4に

示すように、反射率が入射光の波長に依存する構造としたもの（波長バンドパス型ビット）が考えられる。この構造を有するビット部4は、入射光の波長に応じて反射率が異なるので、いかなる波長の入射光が最も反射されるかによって情報が記録できる。

【0035】例えば、第1乃至第4の波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ の入射光を照射すれば、上記ビット部4の構造に応じて反射光における波長成分が変化するので、反射光を分光してどの波長の入射光が最も多く反射されているかを検出すれば、該ビット部4の構造（分光反射特性）を検出することができる。すなわち、このビット部の構造（分光反射特性）として複数の構造（特性）を規定し、複数の値を各構造（特性）に対応させれば、多値の情報記録が可能になる。

【0036】このように、本発明に係る情報記録媒体においては、再生時には、上記ビット部4が有する微細構造を、再生光の偏光方向に対する特性の変化、もしくは、それに加えて再生光の波長に対する特性の変化により検出する。すなわち、この情報記録媒体においては、再生時には、再生光の波長と同程度以下の微細構造の偏光に対する特性、もしくは波長に対する特性を用いて、多値の情報を読み出すことができる。

【0037】この情報記録媒体においては、複数種類の構造に対してそれぞれ別の値を対応させることができるので、多値多重情報記録が可能になる。これによって、一つのビット部に多値の情報を担わせることになり、その多値多重度に応じて情報の記録密度を増大させることができる。

【0038】〔2〕ピックアップ装置の構成（図22乃至図27）

上述のような情報記録媒体より情報信号の読出しを行うピックアップ装置（信号読出し装置）としては、図22に示すように、光源として半導体レーザ27を有するものを用いることができる。このピックアップ装置においては、上記半導体レーザ27より発せられた光束は、コリメータレンズ28により平行光束となされた後、四分の一波長（ $\lambda/4$ ）板29及びビームスプリッタ30を透過し、対物レンズ31により上記光ディスクの主面部上に集光される。上記光束は、上記光ディスクが回転操作されることにより、上記グループ3に沿って上記各ビット部4を順次的に走査する。

【0039】この光束の上記各ビット部4よりの反射光は、これらビット部4が有する微細構造である回折格子によって回折された回折光である。この反射光は、上記対物レンズ31を経て、上記ビームスプリッタ30によって上記半導体レーザ27に戻る光路より分岐される。この反射光は、ウォラストンプリズム32を透過することにより、図26に示すように、互いに直交する偏光方向成分に分離され、それぞれ集光レンズ33によって第1及び第2のディテクタ34、35上に集光される。こ

れら各ディテクタ34、35は、受光した反射光の光量に応じた電気的な信号を出力する。

【0040】上記半導体レーザ27より出射された光束は、直線偏光だが、上記四分の一波長板29を透過することにより、円偏光に変換されている。上記ビット部4が有する微小超微細回折格子に円偏光の光束が入射すると、格子方向による回折効率の違いから、戻りの回折光の偏光方向成分の強度の比率は、格子方向に依存性をもつ。

10 【0041】したがって、光磁気ディスク用のピックアップ装置における信号処理と同様にして、減算器36により上記各ディテクタ34、35の出力信号の差動を求めることにより、あるいは、図27に示すように、割算器45により該各ディテクタ34、35の出力信号の比率を求めることにより、格子方向を決定することができる。この信号処理回路においては、上記第1のディテクタ34の出力信号は、第1のアンプ43を経て、上記割算器45に入力される。また、上記第2のディテクタ35の出力信号は、第2のアンプ44を経て、上記割算器45に入力される。そして、この割算器45の出力信号は、閾値判別器46に送られる。この閾値判別器46は、上記割算器45の出力信号を、一、または、複数の閾値と比較して、複数の信号に弁別する。したがって、この閾値判別器46の出力信号により、複数の格子方向の弁別を行うことができる。複数の格子方向に多値の情報を対応させておけば、多値情報の記録再生が実現できる。

30 【0042】また、上記ピックアップ装置において、図23に示すように、上記四分の一波長板29に代えて二分の一波長（ $\lambda/2$ ）板37を配設し、この二分の一波長板37を光軸回りに回転操作することとしてもよい。二分の一波長板37は旋光子であるので、回転操作される二分の一波長板37を透過した光束の偏光方向は、この二分の一波長板37の回転周期に比例した周期で回転されることとなる。

40 【0043】上記ビット部4が有する微小超微細回折格子に直線偏光の光束が入射すると、格子方向による回折効率の違いから、戻りの回折光の強度は、格子方向に依存性をもつ。上記光束の偏光方向を回転させて、上記各ディテクタ34、35の出力信号が最大値、もしくは最小値をとるときの該光束の偏光方向を多値の情報に対応させておけば、多値情報の記録再生が実現できる。なお、上記光束の偏光方向は、1つのビット部4に対して少なくとも1回転される必要がある。

50 【0044】さらに、上記ピックアップ装置において、上記半導体レーザ27より出射された光束の偏光方向を回転させるには、図24に示すように、上記二分の一波長板37に代えて、電気光学効果を応用した偏光方向変調器（電気光学変調器）38を用いることができる。この偏光方向変調器38は、ドライブ回路39に制御され

ることにより、透過する光束の偏光方向を任意の方向の直線偏光に変換する。上記各ディテクタ34, 35よりの出力信号が送られる信号処理回路40には、上記ドライブ回路39より上記光束の偏光方向の回転周期に同期した同期信号が送られる。この信号処理回路40は、上記各ディテクタ34, 35よりの出力信号及び上記同期信号に基づき、該各ディテクタ34, 35の出力信号が最大値、もしくは最小値をとるときの該光束の偏光方向を検出する。この偏光方向を多値の情報に対応させておけば、多値情報の記録再生が実現できる。

【0045】そして、上記ピックアップ装置においては、偏光方向が互いに直交する向きに設置された2つの半導体レーザを用い、これら半導体レーザよりの出射光を重ね合わせて上記光ディスクに照射することにより、上記各ディテクタ34, 35からは、それぞれの向きの直線偏光に対応する信号を得ることができる。この場合においても、上記ピット部4が有する微細回折格子からの戻りの回折光の強度の格子方向への依存性に基づき、多値情報の記録再生が実現できる。

【0046】さらに、上記ピックアップ装置は、上記ピット部4が有する微細構造からの戻りの回折光の強度が波長に対する依存性を有するものである場合には、図25に示すように、複数の波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ の光束を発する光源として第1及び第2の半導体レーザ27a, 27bを用いて構成することができる。複数の波長の光束を発する光源としては、波長可変の光源として、半導体レーザ、固体レーザ及びそのパラメトリック発振などの波長可変のレーザを用いることができる。また、複数の光源を用いる場合には、半導体レーザ、固体レーザなどの複数の波長の違うレーザ光源を用いることができる。

【0047】上記各半導体レーザ27a, 27bより出射された光束は、ハーフミラー41を介して互いに重ね合わされて、上記コリメータレンズ28に入射されて平行光束となされる。この光束は、上記ビームスプリッタ30及び色収差補正用回折型光学素子42を透過した後、上記対物レンズ31により、上記光ディスクの主面部上に集光される。

【0048】上記ピット部4よりの反射光は、このピット部4が有する微細構造に依存した波長成分となっている。この反射光を上記ビームスプリッタ30を介して上記各ディテクタ34, 35に集光し、電気的な信号に変換することにより、多値情報の記録再生が実現できる。

【0049】〔3〕原盤の製造方法(図5乃至図13) 上述のような本発明に係る情報記録媒体である光ディスクを製造するには、まず、原盤(マスク原盤)を製造する。上記光ディスクは、後述するように、この原盤を用いて製造される。

【0050】上記原盤を製造するには、図5に示すように、感光材料からなるレジスト層8が表面部に形成された原盤基板9上に、波長以下の微細構造として情報を記

録する。この微細構造は、幾つかの値に対応する2値以上の多値の情報を表している。この微細構造の記録装置としては、光の干渉を利用したホログラフィック露光装置を用いることができる。

【0051】従来より、回折格子を作成する方法の一つとして、2つの光束の干渉縞を基板上的レジストに露光し、現像後にエッチングを行い、この干渉縞を基板に転写するという方法が広く用いられてきた。しかし、ここで通常用いられるのは、平面波(平行光)、もしくは曲率が非常に緩い球面波(平行光に近い収束光、もしくは発散光)であった。

【0052】これに対して、本発明に係る原盤製造方法では、図5乃至図7に示すように、上記光ディスク上のピット部4に相当する微小な領域に回折格子を作成するために、2つの光スポットの干渉を用いることとしている。すなわち、ガウシアンビーム(断面上の光強度分布がガウス分布である光束)を集光した光スポットの近傍では、図6に示すように、波面は光線方向に垂直な平面である。したがって、ガウシアンビームを集光させたとき、焦点深度以内程度では、波面は、平行光と同様に取り扱える。そこで、2つの光束の光路を互いに傾けて一点に集光させれば、図7に示すように、これら光スポット間の干渉が生じる。この干渉によって生じる微細な干渉縞を用いれば、上記原盤基板9上に上記ピット部4に相当する構造に対応する露光をすることができる。これら2光束のなす角度を変えることによって、干渉縞のピッチを変えることができ、また、該2光束の配列方向を変えることによって干渉縞の方向を制御することができる。

【0053】例えば、図8に示すように、NA0.52の対物レンズ7に2本の波長266nmの光束 $r_1$ ,  $r_2$ を並列させて入射させれば、それぞれの光束のNAは0.26なので、該対物レンズ7によって形成される光スポット径はそれぞれおよそ1 $\mu$ m程度になる。これら光スポット近傍でそれぞれのビームの波面は、図6に示すように、光線方向に対して垂直な平面と考えてよい。このとき、それぞれの光束 $r_1$ ,  $r_2$ の中心の入射角は、図9に示すように、15度になる。このとき、1波長の光路差を生じる干渉縞の周期 $\Lambda$ は、図10に示すように、

$$2\Lambda \sin(90^\circ - 15^\circ) = 0.266 \mu\text{m}$$

より、0.138 $\mu$ mである。この周期 $\Lambda$ は、可視半導体レーザの波長に対して充分小さく、偏光依存性を持つのに充分な値である。この周期 $\Lambda$ は、上記各光束の上記原盤基板9に対する入射角を変えることで、任意の値に設定することができる。

【0054】上述のように2つの光束 $r_1$ ,  $r_2$ の干渉縞を上記原盤基板9上のレジスト層8に露光し、現像後にエッチングを行うことにより、原盤が製造される。

【0055】ここで、入射瞳上の透過率分布を用いて、

11

微細構造をレジスト等に露光する一例として、図11及び図12に示すように、焦点距離Rの対物レンズの入射瞳上に2つの円形開口6a, 6bが並んでいるときにそのスポットがどうなるかを計算してみる。

【0056】図11及び図12に示すような座標系（上記各円形開口6a, 6bの中心同士を結ぶ方向をx軸、\*

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & (x+a)^2 + y^2 < a^2 \text{ or } (x-a)^2 + y^2 < a^2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0058】このとき、フーリエ変換面（すなわち、上記対物レンズの焦点面）での振幅分布U(u, v) = U(r<sub>0</sub>)は、次式で表される。

\* 上記対物レンズの光軸をz軸、これらx軸及びz軸に直交する軸をy軸とする）において、入射瞳の振幅透過率f(x, y)は、次式で与えられる。

【0057】

【数1】

※【0059】

【数2】

$$\begin{aligned} U(P) &= C \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp \left[ -\frac{ik}{R} (ux + vy) \right] dx dy \\ &= C \int_{(x+a)^2 + y^2 < a^2} \exp \left[ -\frac{ik}{R} (ux + vy) \right] dx dy \\ &\quad + C \int_{(x-a)^2 + y^2 < a^2} \exp \left[ -\frac{ik}{R} (ux + vy) \right] dx dy \\ &= A \left( e^{(iku/R)} + e^{-(iku/R)} \right) \cdot a^2 \frac{J_1 \left( \frac{2\pi a r_0}{\lambda R} \right)}{\frac{2\pi a r_0}{\lambda R}} \end{aligned}$$

【0060】ここで、kは波数（ $k = 2\pi/\lambda$ ）である。光強度分布は、上の複素振幅の絶対値の2乗で与えられる。これを、対物レンズの焦点距離R=10mm、光束の波長266nm、円形開口6a, 6bの直径a=2.6mmの場合について計算すると、中心強度を1に正規化して、図13に示すように、焦点面上の強度分布（周期 $\Lambda \approx 0.266\mu\text{m}$ の干渉縞）が得られる。ここでは、瞳上の振幅透過率を考えたが、瞳上の位相分布を用いても同じことがいえる。

【0061】〔4〕原盤の製造装置（図14乃至図21）

上記原盤基板上に形成する干渉縞を制御するには、図14に示すように、2光束の一方の光路を光線方向を変えずに平行に横ずらしする、傾斜された平行平板13を有する原盤製造装置を用いることが考えられる。この原盤製造装置においては、レーザ光源11より発せられた平行光束であるレーザ光は、ビームスプリッタ12により2つの光束r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>に分岐される。一方の光束r<sub>1</sub>は、上記平行平板13を透過して、第1のミラー14、ハーフミラー16により反射されて、対物レンズ7により、上記原盤基板9上に集光される。そして、他方の光束r<sub>2</sub>は、第2のミラー15により反射され、上記ハーフミ

ラー16を透過して、上記対物レンズ7により、上記原盤基板9上に集光される。

【0062】上記平行平板13は、図14中矢印Aで示すように、上記一方の光束r<sub>1</sub>の光線方向に対する傾斜角度θが可変となされて支持されている。上記一方の光束r<sub>1</sub>は、上記平行平板13を透過するときに、この平行平板13の上記傾斜角度θに応じて、光線方向を変えずに平行に横ずらしされる。このように、一方の光束r<sub>1</sub>が平行に横ずらしされることにより、この一方の光束r<sub>1</sub>の上記原盤基板9に対する入射角が変化し、上記干渉縞の周期Λが変えられる。

【0063】また、この原盤制御装置は、図15に示すように、上記平行平板13に代えて、音響光学素子19, 22のような偏向器を用いて構成してもよい。すなわち、上記ビームスプリッタ12を経た上記一方の光束r<sub>1</sub>は、集光レンズ18により第1の音響光学素子19に入射される。この第1の音響光学素子19は、入射された一方の光束r<sub>1</sub>を、x軸方向（図15中の上下方向）に偏向させる。この光束r<sub>1</sub>は、リレーレンズ20, 21により光線方向を元の方向に平行な方向となされ、第2の音響光学素子22に入射される。この第2の音響光学素子22は、入射された光束r<sub>1</sub>を、y軸方向



(図15における奥行き方向)に偏向させる。このようにして偏向された一方の光束 $r_1$ は、コリメータレンズ23により光線方向を元の方向に平行な方向となされ、上記第1のミラー14及び上記ハーフミラー16により反射され、上記対物レンズ7に入射される。

【0064】このように、一方の光束 $r_1$ が、 $x$ 方向及び $y$ 方向に平行に横ずらしされることにより、この一方の光束 $r_1$ の上記原盤基板9に対する入射角及び方向が変化し、上記干渉縞の周期 $\Lambda$ 及び縞の方向(格子方向に対応する)が変えられる。

【0065】さらに、上記レーザ光源11より発せられる光束はコヒーレンスが高い光源なので、図16及び図17に示すように、予めビーム径を十分に大きくしておけば、マスク5、24、25を用いて光束中の必要な部分を抜き出してやることでも、上述した原盤製造装置と同様の効果を上げることができる。

【0066】すなわち、図16に示すように、上記ビームスプリッタ12及び上記第1のミラー14を経た一方の光束 $r_1$ は、一部に光透過部を有する第1のマスク24を経ることにより、光束の一部のみが、上記ハーフミラー16により反射されて上記対物レンズ7に入射される。また、上記ビームスプリッタ12及び上記第2のミラー15を経た他方の光束 $r_2$ は、一部に光透過部を有する第2のマスク25を経ることにより、光束の一部のみが、上記ハーフミラー16を透過して上記対物レンズ7に入射される。

【0067】また、上記干渉縞の周期 $\Lambda$ を変える必要がなく、縞の方向(格子方向)のみを制御したい場合には、図17に示すように、上記レーザ光源11より1発せられたレーザ光をコリメータレンズ26によって十分なビーム径を有する平行光束とし、第1及び第2の光透過部を有する第3のマスク5を透過させることにより、第1及び第2の光束 $r_1$ 、 $r_2$ とする。この第3のマスク5は、図18に示すように、上記第1及び第2の光透過部となる一対の円形透孔6a、6bを有しており、これら円形透孔6a、6b以外の部分が遮光部となされている。この第3のマスク5は、図18中矢印Bで示すように、光軸回りの回転操作が可能となされている。そして、上記各光束 $r_1$ 、 $r_2$ は、対物レンズ7により、上記原盤基板9上に集光される。

【0068】この原盤製造装置においては、上記第3のマスク5が回転操作されることで、上記2光束 $r_1$ 、 $r_2$ の干渉縞の向きがコントロールされる。なお、上記第3のマスク5は、図19に示すように、中心部と周縁部分とに第1及び第2の円形透孔6c、6dを有するものであってもよい。

【0069】また、上記第3のマスク5としては、図20及び図21に示すように、液晶などを用いた空間変調器を使用することができる。この場合には、この第3のマスク5における光透過部は、機械的な可動部を用いる

ことなく、液晶の制御により、自由なパターンとすることができ、また、随時的に変化させることもできる。この光透過部は、図20に示すように、第1及び第2の光透過部6e、6fとして形成されてもよく、また、図21に示すように、ランダムなパターンの光透過部6gとして形成されてもよい。上記光透過部6gがランダムなパターンである場合には、上記原盤基板9上には、この光透過部6gのパターンに応じた干渉パターンが形成される。

10 【0070】上述したような原盤製造装置においては、平行光束の波面の一部を取り出して干渉させているので、上記原盤基板9上に形成される光スポットの位置ずれは生じない。しかし、上記光スポットが十分に重なり合う程度のずれが許容しうる場合には、上記2光束 $r_1$ 、 $r_2$ の上記対物レンズ7への入射角を多少ずらして干渉させてもよい。

【0071】また、これらの原盤製造装置において、上記2光束 $r_1$ 、 $r_2$ の波面が揃っていることを確認するためには、上記対物レンズ7の手前のハーフミラー(合波用のビームスプリッタ)16より該対物レンズ7のない側に出射される2光束の波面を元のビームの波面と重ねて干渉縞を観察すればよい。この観察結果に応じて、上記2光束 $r_1$ 、 $r_2$ の傾きを調整することができる。

【0072】また、上記原盤基板9上に微細構造を形成するには、電子線描画装置を用いることができる。

【0073】さらに、上記原盤基板9上に上記微細構造を形成するには、エバネッセント場を用いることができる。エバネッセント場は、伝播できない局在電磁場である。光ファイバの先端を波長以下の微細な構造にすることで、漏れ出すエバネッセント場を用いて微細加工ができることが知られている。すなわち、このエバネッセント場を用いれば、上記原盤の製造、加工が可能である。

【0074】そして、上記原盤基板9上に上記微細構造を形成するには、縮小投影露光を用いて、拡大してつくられたマスクを上記レジスト層8上に転写することとしてもよい。この場合には、露光自体は、回折限界に制限される。しかし、位相シフトマスクなどの超解像技術を使えば、波長以下の解像度を得ることができる。また、再生時には、記録時(原盤製造時)よりも長い波長で読み出すこととすれば、格子構造は波長以下の構造として振る舞う。

【0075】〔5〕光ディスク製造方法

上記光ディスクを製造するには、上述のようにして製造された原盤(マスク原盤)を用いて、この原盤の有する構造のレプリカとしてのディスク基板1を製造する。

【0076】すなわち、上述の原盤製造装置のいずれかを用いて、上記レジスト層8上に微細構造を露光する。これを現像した後、導電処理を施して、ニッケルスタンプを電鍍する。射出成型法であれば、上記ディスク基板1となるプラスチック材料(ポリカーボネイト(Polycarbonate))

rbonate) 等) にこのスタンパの有する構造を転写し、さらに、反射層となるアルミニウムを表面に蒸着し、その後保護層をつけることにより、上記光ディスクが製造される。また、2P法であれば、ガラスもしくはプラスチックのディスク基板と上記スタンパとでフォトリソを挟み、紫外線を照射して、該フォトリソを硬化させることで、光ディスクが製造される。さらに、追記型もしくは可逆型の光ディスクを製造する場合であれば、さらにこの上に記録材料を形成する。

【0077】〔6〕書換可能ディスクへの記録方法  
上記ビット部4が有する微細構造である回折格子は、上述したような、形状の凹凸による位相の違いのみならず、屈折率の差により生ずる位相の違い、反射率の分布による強度の違い、偏光の回転による偏光方向の分布などを用いて作成することもできる。

【0078】すなわち、光磁気ディスクや相変化ディスクの信号記録層を形成する材料と同様の材料を使って、上述のような微小な超微細回折格子を形成することもできる。この場合には、この光ディスクは、情報信号の書換えが可能な光ディスクとして用いることができる。

【0079】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る情報記録媒体は、基体上に形成され光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造により、多値の情報を記録することとしている。このような微細構造は、反射防止膜、偏光子、波長板、屈折率分布型レンズなどの機能を有するものとして形成することができる。

【0080】そして、この微細構造としては、情報の読み出しに用いる光束の波長よりも短い長さをピッチとする凹凸構造により形成することができる。したがって、このような微細構造は、原盤（レプリカ）を製造してこの原盤を用いた射出成型手段によって形成することができる。また、この微細構造は、上記基体上に形成されたグループに沿って配列された単位領域毎に形成することができる。

【0081】すなわち、本発明は、新たな原理に基づいた超高密度の情報記録が可能であり、かつ、原盤（レプリカ）を製造してこの原盤を用いた射出成型手段により作製するという手段が採用できて再生専用の光ディスクとして量産することに適した情報記録媒体を提供することができるものである。

【0082】そして、本発明に係る原盤製造方法は、光束を照射されてこの光束を反射したときに該反射光束の状態が該照射光束の偏光方向に依存性を有する微細構造を有する情報記録媒体を作製するための原盤を製造する原盤製造方法であって、2以上のコヒーレント光束を感光材料層上に照射し、これらコヒーレント光束を互いに干渉させて該感光材料層上に干渉縞を形成して、この干渉縞による露光に基づいて上記微細構造を形成する部分

を作製する。

【0083】すなわち、本発明は、上記本発明に係る情報記録媒体を射出成型手段により作製するにあたって使用される原盤を製造する原盤製造方法を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る情報記録媒体の構成を示す平面図及び要部拡大平面図である。

10 【図2】上記情報記録媒体における格子方向と反射率との関係を示すグラフである。

【図3】上記情報記録媒体における格子方向と反射光の偏光方向との関係を示すグラフである。

【図4】上記情報記録媒体における照射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

【図5】本発明に係る原盤製造方法においてマスクを用いて2光束を干渉させている状態を示す側面図である。

【図6】上記原盤製造方法において2光束が干渉を生じている部分を示す要部側面図である。

20 【図7】上記原盤製造方法において2光束が干渉して形成された干渉縞を示す平面図である。

【図8】上記原盤製造方法において2光束を干渉させている状態を示す斜視図である。

【図9】上記原盤製造方法において互いに干渉される2光束の基板への入射角度を示す側面図である。

【図10】上記原盤製造方法において干渉を生じている2光束の基板への入射状態を示す要部側面図である。

【図11】上記原盤製造方法における2光束の干渉について解析するためのマスク上の座標を示す平面図である。

30 【図12】上記原盤製造方法において上記マスクを通過した光束の進行方向の座標を示す斜視図である。

【図13】上記原盤製造方法において2光束が干渉して形成された干渉縞の強度分布を示すグラフである。

【図14】上記原盤製造方法において2光束を干渉させるための装置（可変式の平行平板を用いたもの）の構成を示す側面図である。

【図15】上記原盤製造方法において2光束を干渉させるための装置（音響光学素子を用いたもの）の構成を示す側面図である。

40 【図16】上記原盤製造方法において2光束を干渉させるための装置（ビームスプリッタとマスクとを用いたもの）の構成を示す側面図である。

【図17】上記原盤製造方法において2光束を干渉させるための装置（空間変調器、または、マスクを用いたもの）の構成を示す側面図である。

【図18】上記原盤製造方法において用いるマスク（中心を介して対称な位置に2個の透孔を有するもの）の構成を示す平面図である。

50 【図19】上記原盤製造方法において用いるマスク（中心部及び周縁側に2個の透孔を有するもの）の構成を示す

す平面図である。

【図20】上記原盤製造方法において用いるマスク（中心を介して対称な位置に複数のドットからなる光透過領域を有するもの）の構成を示す平面図である。

【図21】上記原盤製造方法において用いるマスク（ランダムな位置に複数のドットからなる光透過領域を有するもの）の構成を示す平面図である。

【図22】上記情報記録媒体より情報信号を読み取る光学ピックアップ装置（4分の1波長板を有するもの）の構成を示す側面図である。

【図23】上記情報記録媒体より情報信号を読み取る光学ピックアップ装置（回転操作される2分の1波長板を有するもの）の構成を示す側面図である。

【図24】上記情報記録媒体より情報信号を読み取る光学ピックアップ装置（入射光の偏光方向を回転させる電\*

\*気光学変調器を有するもの）の構成を示す側面図である。

【図25】上記情報記録媒体より情報信号を読み取る光学ピックアップ装置（入射光として異なる波長の2つの光束を用いるもの）の構成を示す側面図である。

【図26】偏光方向の成分を説明するグラフ（ベクトル分解図）である。

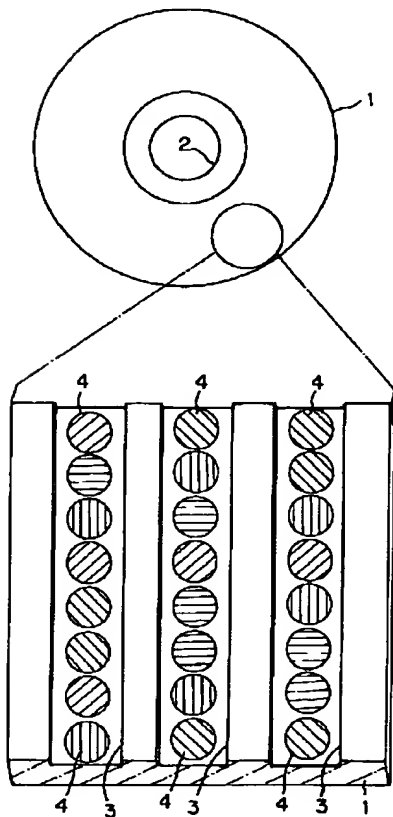
【図27】上記光学ピックアップ装置よりの出力信号を処理する信号処理回路の構成を示すブロック図である。

10 【図28】微細構造である格子の方向と入射光の偏光方向との関係による回折光の変化を示す斜視図である。

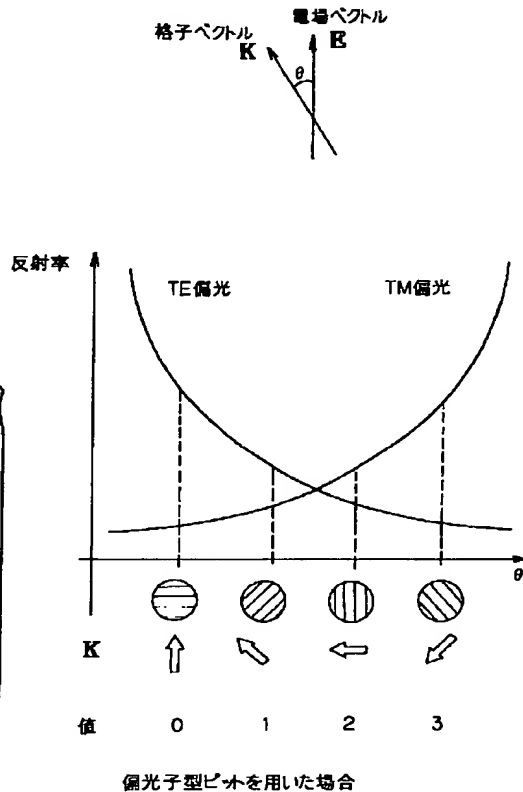
【符号の説明】

1 ディスク基板、3 グループ、4 単位領域、5 マスク、6 a 第1の透孔 6 b 第2の透孔、7 対物レンズ、8 レジスト層、9 基板

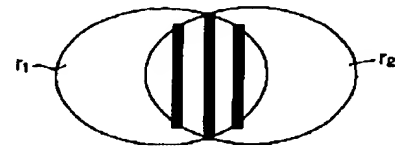
【図1】



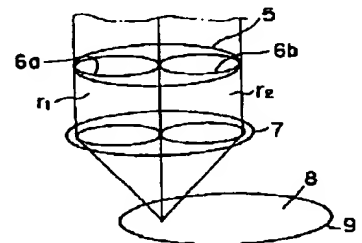
【図2】



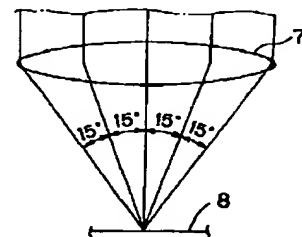
【図7】



【図8】



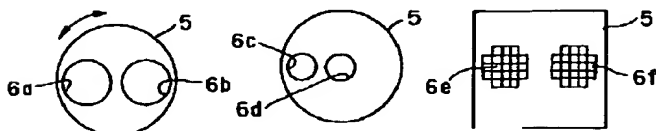
【図9】



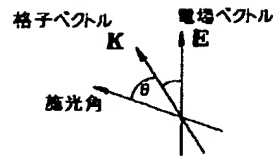
【図18】

【図19】

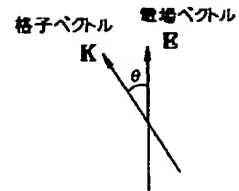
【図20】



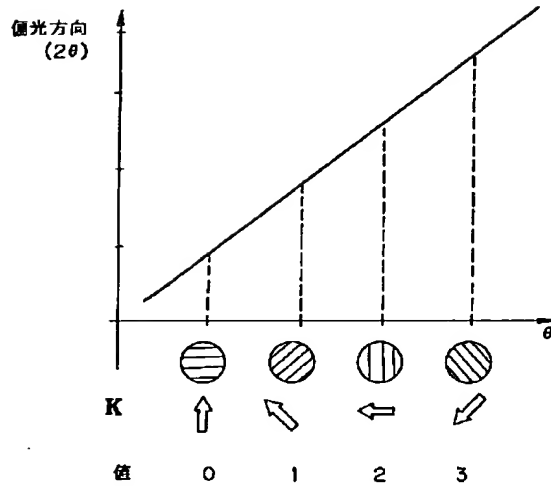
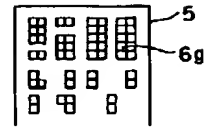
【図3】



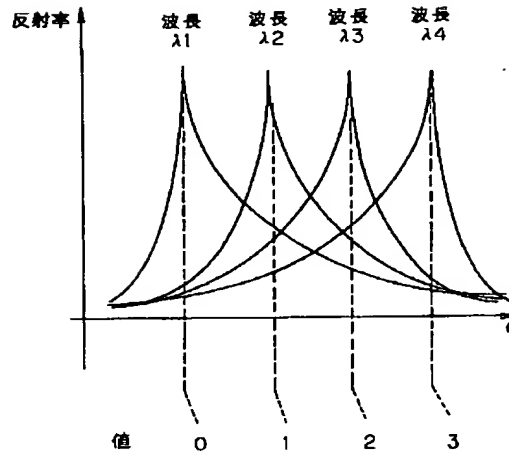
【図4】



【図21】

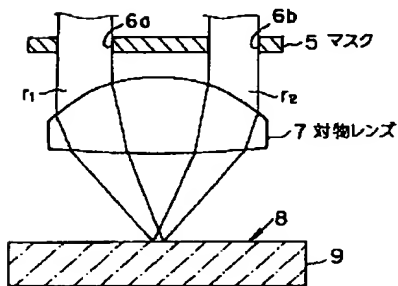


位相子型ビットを用いた場合

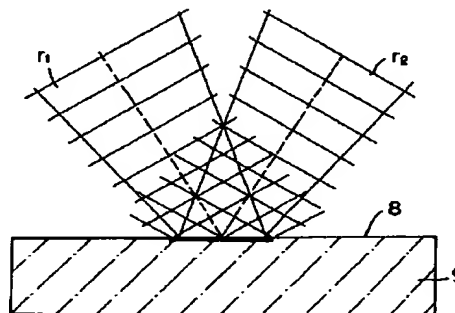


波長バンドパス型ビットを用いた場合

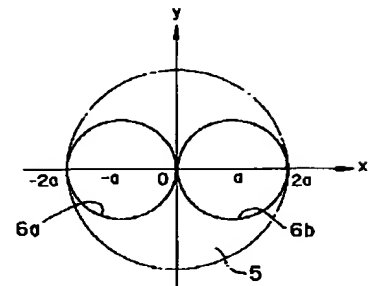
【図5】



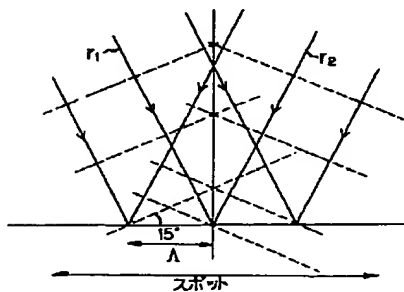
【図6】



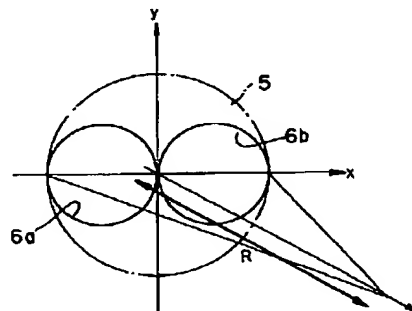
【図11】



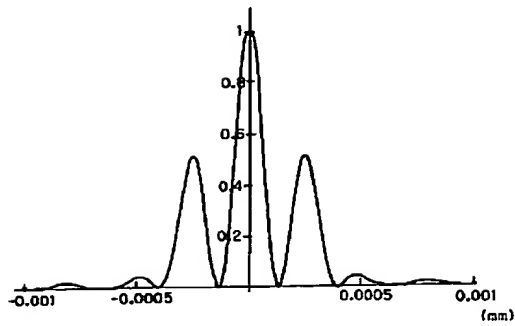
【図10】



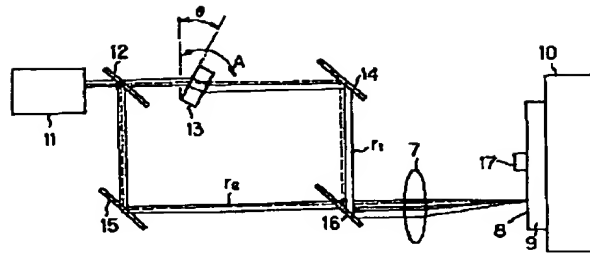
【図12】



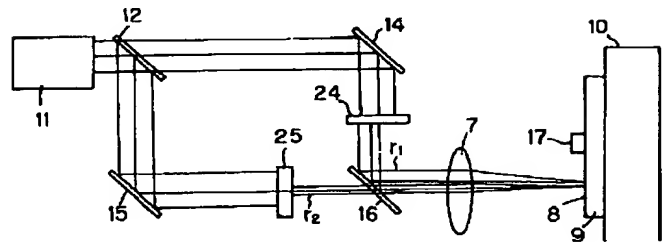
【図13】



【図14】

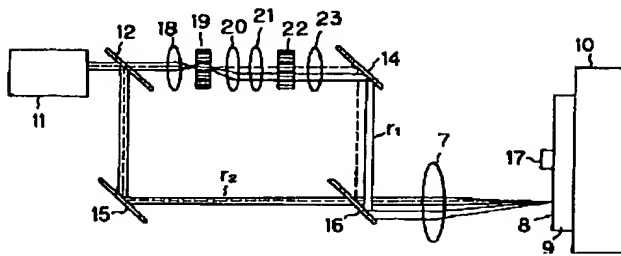


【図16】

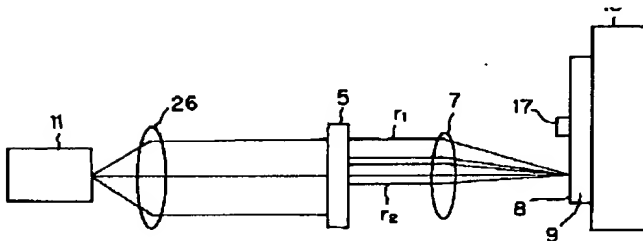


【図22】

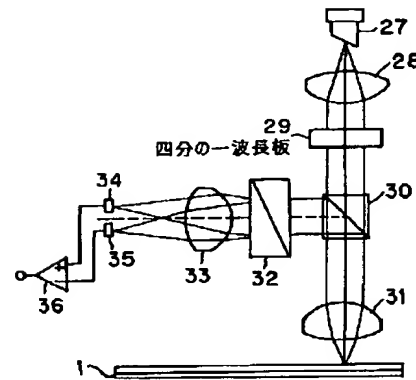
【図15】



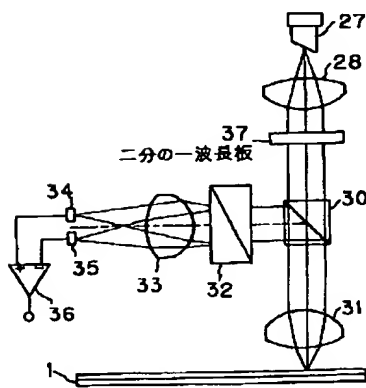
【図17】



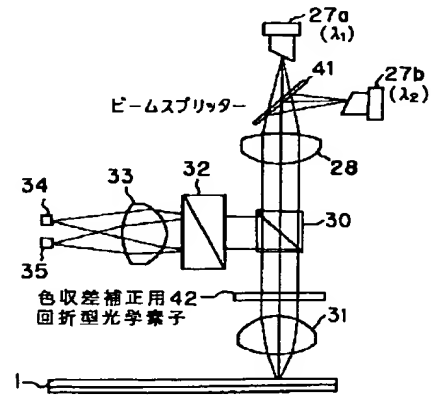
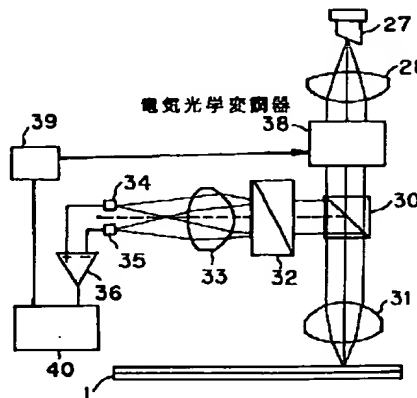
【図23】



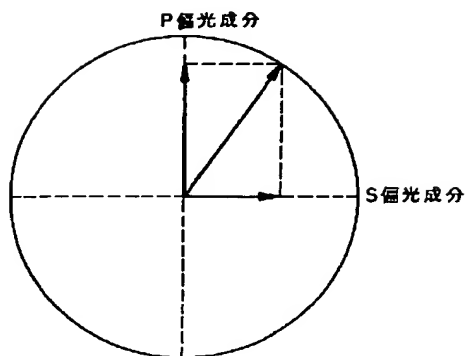
【図24】



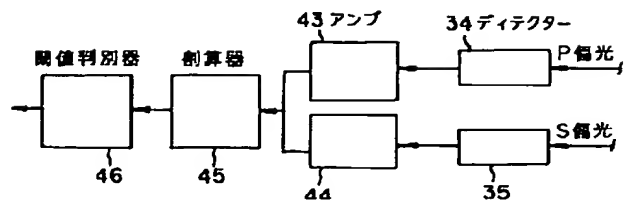
【図25】



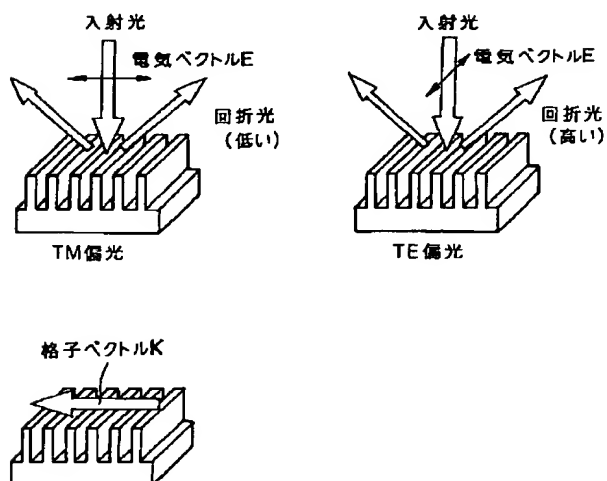
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 4 1

F I

G 1 1 B 11/10

5 4 1 D